

Rec'd PCT/PTO 17 FEB 2005



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 102 38 373.1

**Anmeldetag:** 22. August 2002

**Anmelder/Inhaber:** Philips Intellectual Property & Standards GmbH,  
Hamburg/DE  
(vormals: Philips Corporate Intellectual Property  
GmbH)

**Bezeichnung:** Elektronische Schaltung zum Speisen einer Hoch-  
drucklichtbogenlampe

**IPC:** H 05 B 41/288

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 20. Juni 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

*W. Wehner*

W. Wehner

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)



## BESCHREIBUNG

Elektronische Schaltung zum Speisen einer Hochdrucklichtbogenlampe

Die Erfindung betrifft eine elektronische Schaltung zum Speisen einer Hochdrucklichtbogenlampe sowie Verfahren zum Betreiben einer Hochdrucklichtbogenlampe mit einer solchen elektronischen Schaltung.

Hochdrucklichtbogenlampen werden beispielsweise in modernen Daten- und Videoprojektoren eingesetzt. Sie sind sehr leistungsfähig und zeichnen sich durch einen besonders kurzen Lichtbogen aus. Aufgrund der optischen Gesetze ist es möglich, mit solchen Lampen Projektoren mit kleinen optischen Systemen herzustellen, die dennoch eine hohe Lichtausbeute aufweisen, d.h. ein helles Bild produzieren. Dies hat zu einer erheblichen Verkleinerung und auch zu einer Verbilligung der Projektoren geführt.

Gleichzeitig sind dadurch aber auch neue Anforderungen an die Größen und die Kosten der elektronischen Komponenten in einem solchen Projektor erwachsen. Eine wesentliche elektronische Komponente ist dabei die auch als Ballast bezeichnete elektronische Speiseschaltung für die Hochdrucklichtbogenlampe.

Die Speiseschaltung hat zunächst die Aufgabe, für das Zünden der Lampe kurzzeitig eine Spannung im Bereich von mehreren Kilovolt zu erzeugen, die benötigt wird, um die Lichtbogenentladung in Gang zu setzen. Im weiteren Betrieb kommt der Speiseschaltung die Aufgabe zu, den Strom in der Lampe so zu regeln, dass sich in der Lampe eine konstante mittlere Leistung einstellt. Eine Besonderheit hierbei ist, dass Hochdrucklichtbogenlampen im allgemeinen eine negative Strom-Spannungskennlinie aufweisen, die eine Speiseschaltung erfordert, welche einen eingepprägten Strom liefern kann. Bei spannungseinprägenden Schaltungen ließe sich der Strom in der Lampe nur mit erheblichen Schwierigkeiten stabil halten. Ferner ist es üblich, Hochdrucklichtbogenlampen mit einem niederfrequenten Wechselstrom mit rechteckförmigem Stromverlauf

zu betreiben. Dies erlaubt eine gleichmäßigere Belastung der Lampenelektroden als eine Gleichstromspeisung sowie eine konstante, flimmerfreie Lampenhelligkeit.

Aus dem Stand der Technik sind diverse elektronische Schaltungen zum Speisen einer Hochdrucklichtbogenlampe bekannt. Diese Schaltungen weisen in der Regel eine Wechselrichterbrückenschaltung auf, an die eine konstante Gleichspannung gelegt wird und die an ihrem Ausgang einen niederfrequenten Wechselstrom zur Verfügung stellt.

Eine Speiseschaltungen, die mit einer besonders geringen Anzahl an Leistungsbau-  
10 elementen auskommt, wird in der Druckschrift US 6,020,691 beschrieben. Die geringe Anzahl an Leistungsbau-elementen wird dabei dadurch erzielt, dass die Schaltung einen Wechselrichter in Halbbrückenschaltung einsetzt. Die Schaltung ist zur Veranschaulichung in Figur 9 dargestellt.

15 Die Schaltung umfasst eine Halbbrücke, die in jedem ihrer zwei Brücken-zweige einen Transistor Q1, Q2 aufweist. Zur Ansteuerung der Transistoren Q1, Q2 ist eine Steuereinrichtung 91 vorgesehen. Die Halbbrücke ist für die Spannungsversorgung der Schaltung einerseits über einen Anschluss Vbus 92 mit einer Gleichspannungsquelle verbunden und andererseits mit einem Bezugspotential 0. Die Steuereinrichtung 91  
20 steuert die Transistoren Q1, Q2 so an, dass an dem Ausgang der Halbbrücke, d.h. zwischen den beiden Transistoren Q1, Q2, ein Wechselstrom zur Verfügung gestellt wird. Jedem der Transistoren Q1, Q2 ist eine Diode D1, D2 parallel geschaltet, deren Durchlassrichtung vom Bezugspotential zur Versorgungsspannung ausgerichtet ist. Parallel zu der gesamten Halbbrücke sind zwei in Reihe angeordnete Kondensatoren  
25 Ca, Cb ebenfalls zwischen Versorgungsspannung und Bezugspotential geschaltet. Diese Kondensatoren Ca, Cb ersetzen bei dem sonst häufig vorgesehenen Wechselrichter in Vollbrückenschaltung die zweite Halbbrücke.

Zwischen den Ausgang der Halbbrücke und die Verbindung zwischen den beiden  
30 Kondensatoren Ca, Cb ist ein zweistufiges Tiefpassfilter geschaltet. Die erste Filterstufe des zweistufigen Tiefpassfilters soll während des normalen Betriebs Hochfrequenz-

störungen verringern, wogegen hauptsächlich die zweite Filterstufe dazu dienen soll, eine hochfrequente Zündungsspannung zu generieren. Die erste Filterstufe besteht hierzu aus einer ersten Spule L1 und einem dritten Kondensator C1 und die zweite Filterstufe aus einer zweiten Spule L2 und einem vierten Kondensator C2. Der erste Anschluss der Spule L1 ist dabei mit dem Ausgang der Halbbrücke verbunden. Der zweite Anschluss der Spule L1 ist über den Kondensator C1 mit der Verbindung zwischen den beiden Kondensatoren Ca, Cb verbunden. Des Weiteren ist der zweite Anschluss der Spule L1 mit dem ersten Anschluss der Spule L2 verbunden. Der zweite Anschluss der Spule L2 ist einerseits über den Kondensator C2 und andererseits über eine Serienschaltung aus einer Hochdrucklichtbogenlampe LMP und einem Widerstand Rs ebenfalls mit der Verbindung zwischen den beiden Kondensatoren Ca, Cb verbunden. Die zweite Filterstufe aus der Spule L2 und dem Kondensator C2 weist vorzugsweise eine höhere Resonanzfrequenz auf als die erste Filterstufe aus der Spule L1 und dem Kondensator C1. Die beiden Kondensatoren Ca, Cb müssen ausreichend groß dimensioniert sein, damit sie den Niederfrequenzanteil des Lampenstromes ohne zu hohe Spannungsschwankungen aufnehmen können.

Ein Stromsensor 93 erfasst den Strom zwischen der Lampe LMP und dem Widerstand Rs und führt ihn als Parameter der Steuereinrichtung 91 zu.

20

Um die für die Zündung der Lampe erforderliche hohe Spannung zu erhalten, wird der aus der zweiten Spule L2 und dem zweiten Kondensator C2 gebildete Resonanzkreis durch eine entsprechende Ansteuerung der Schaltung durch die Steuereinrichtung 91 angeregt. Dabei entstehen in der Schaltung extrem hohe Ströme, die größenordnungsmäßig das Zehnfache des normalen Lampenstromes erreichen können, wenn eine Zündspannung im Kilovoltbereich erzeugt werden soll. Das bedeutet, dass die Spule L2 so ausgelegt sein muss, dass sie bei diesen Strömen nicht sättigt. Wenn die zweite Filterstufe L2, C2 eine höhere Resonanzfrequenz aufweist als die erste Filterstufe L1, C1, steht außerdem zur Anregung der Resonanz nur die bereits stark abgeschwächte Wechselspannung der Halbbrücke Q1, Q2 zur Verfügung. Diese abgeschwächte Wechselspannung verlangt einen besonders hohen Gütefaktor des Schwingkreises L2,

30

8

C2, der mit einem entsprechend hohem Aufwand für die Bereitstellung der Bauelemente einher geht. Ferner treten durch die gleichzeitige Forderung nach hoher Spannung und niedrigem Wechselstromanteil in der Lampe bei Normalbetrieb verhältnismäßig hohe Ströme in der Schaltung auf. Schließlich kann die beschriebene  
5 Anordnung von Spulen und Kondensatoren zumindest in der Zündphase zu hohen Hochfrequenzstörpegeln führen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die elektronische Schaltung zum Speisen einer Hochdrucklichtbogenlampe aus Figur 9 so weiterzubilden, dass die beschriebenen  
10 Nachteile ohne Verzicht auf die bestehenden Vorteile vermieden werden können. Der Erfindung liegt insbesondere die Aufgabe zugrunde, eine möglichst kleine und kostengünstige elektronische Schaltung zum Speisen einer Hochdrucklichtbogenlampe zur Verfügung zu stellen, bei der hohe Hochfrequenzstörpegel und hohe Ströme in der Schaltung vermieden werden.

15

Diese Aufgabe wird gelöst durch eine elektronische Schaltung gemäß Anspruch 1.

Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass die erste Filterstufe des zweistufigen Filters anstelle einer Spule mit zwei Anschlüssen eine Spule mit drei Anzapfungen  
20 aufweist. Die Spule der zweiten Filterstufe ist dabei an die Mittelanzapfung der Spule mit den drei Anzapfungen angeschlossen, während die äußeren Anschlüsse der Spule weiterhin einerseits mit dem Ausgang der Halbbrücke und andererseits über einen Kondensator mit dem Bezugspotential der Schaltung verbunden sind. Mit einer solchen Ausführung lassen sich verschiedene Funktionen der Spule für verschiedene  
25 Betriebsmodi der Schaltung bereitstellen.

Im Prinzip stellt die Kombination aus der Spule mit drei Anzapfungen und dem mit dieser Spule verbundenen Kondensator einen Serienschwingkreis dar. Wenn ein solcher Schwingkreis oberhalb seiner Resonanzfrequenz betrieben wird, ist der Spannungs-  
30 verlauf am Kondensator gegenphasig zum Spannungsverlauf am Eingang des Schwingkreises. Die angezapfte Spule kann nun als eine Art induktiver Spannungsteiler ange-

sehen werden, an dessen Mittelanzapfung eine Überlagerung der Spannungen an den beiden Enden abgegriffen werden kann. Wenn die beiden Spannungen gegenphasig sind, wird durch die richtige Wahl des Verhältnisses der beiden Teilwicklungen erreicht, dass sich die beiden Spannungen gegenseitig aufheben. Die Anordnung aus der  
5 Spule mit drei Anzapfungen und dem mit dieser Spule verbundenen Kondensator bekommt dadurch die Funktion eines Sperrfilters für eine bestimmte, genau festgelegte Sperrfrequenz.

Es ist somit ein Vorteil der Erfindung, dass für eine wählbare Sperrfrequenz jeglicher  
10 Hochfrequenzanteil in der Lampe unterdrückt werden kann.

Gleichzeitig wirkt die Spule mit drei Anzapfungen für sämtliche anderen Frequenzen lediglich als Spannungsteiler ohne Sperrwirkung. Ist die eingesetzte Frequenz darüber hinaus deutlich höher als die Sperrfrequenz, so ergibt sich keine starke Dämpfung des  
15 Ausgangssignals der Halbbrücke durch die Filterwirkung der ersten Filterstufe. Dadurch kann der Gütefaktor des Schwingkreises der zweiten Filterstufe geringer gewählt werden, als bei der bekannten Halbbrückenschaltung, ohne die für die Zündung erforderliche Spannungsverstärkung zu verlieren.

20 Da die Kombination aus Spule mit drei Anzapfungen und angeschlossenem Kondensator eine Sperrfilterwirkung hat, kann der Kondensator der ersten Filterstufe deutlich kleiner dimensioniert werden als in einer herkömmlichen Schaltung, wenn gleichzeitig die Schaltfrequenz der Halbbrücke identisch ist mit der Sperrfrequenz des Filters.

25 Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Eine besondere Bedeutung kommt dabei der Dimensionierung der Mittelanzapfung der Spule mit drei Anzapfungen und der mit dieser Spule verbundenen Kondensator zu. Die beiden Bauteile werden vorzugsweise so dimensioniert, dass der im Normalbetrieb der  
30 Lampe dominierende Frequenzanteil am Ausgang der Halbbrücke an der Mittelanzapfung der Spule mit drei Anzapfungen ausgelöscht wird. Zwar enthält die Spannung

am Ausgang der Halbbrücke auch Vielfache dieser dominierenden Frequenz, die nicht unterdrückt werden. Für diese existiert aber mit der weiteren Spule ein wirksames Filter, da die störenden Frequenz auch um ganze Vielfache höher sind. Somit ist es möglich, die besonders aufwendige Filterung der Grundfrequenz des Schaltnetzteils mit  
5 besonders kleinen Bauelementen zu erzielen.

Die zweite Filterstufe wird dagegen vorzugsweise so dimensioniert, dass ihre Resonanzfrequenz deutlich über der Sperrfrequenz der ersten Filterstufe liegt. Dadurch wird beim Betreiben der Schaltung mit dieser Frequenz eine Zündung der Lampe  
10 ermöglicht, ohne dass das Anregungssignal stark gedämpft wird und ohne dass sich ein extrem hoher Strom durch die Filterbauelemente ergibt.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungsmöglichkeiten und Vorteile der Erfindung lassen sich auch der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der erfindungs-  
15 gemäßen elektronischen Schaltung entnehmen. Dabei zeigt:

- Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen elektronischen Schaltung,
- Fig. 2 eine Prinzipdarstellung eines Ausführungsbeispiels der Steuerschaltung der  
20 Schaltung aus Figur 1,
- Fig. 3 exemplarisch Strom- und Spannungsverläufe in der Schaltung aus Figur 1 während einer Zündphase,
- Fig. 4 exemplarisch Spannungsverläufe in der Schaltung aus Figur 1 während einer Aufheizphase,
- 25 Fig. 5 exemplarisch Stromverläufe in der Schaltung aus Figur 1 während des Normalbetriebs,
- Fig. 6 ein zweites Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen elektronischen Schaltung,
- Fig. 7 ein drittes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen elektronischen  
30 Schaltung,

M

Fig. 8 ein viertes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen elektronischen Schaltung, und

Fig. 9 eine aus dem Stand der Technik bekannte elektronischen Schaltung zur Speisung von Hochdrucklichtbogenlampen.

5

Figur 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen elektronischen Schaltung.

Sie umfasst zwei Leistungstransistoren  $T_1$  und  $T_2$ , die nach Art einer Halbbrücke mit einer Versorgungsspannung  $U_+$  und dem Bezugspotential 10 der Schaltung verbunden sind. Parallel zu der gesamten Halbbrücke ist eine Serienschaltung aus zwei Elektrolytkondensatoren  $C_{DC2}$ ,  $C_{DC1}$  zwischen die Versorgungsspannung  $U_+$  und das Bezugspotential 10 der Schaltung geschaltet. An den Ausgang 11 der Halbbrücke ist eine Spule  $Tr_{fil}$  mit drei Anzapfungen mit ihrem ersten Anschluss angeschlossen. Die mittlere Anzapfung der Spule  $Tr_{fil}$  ist mit dem ersten Anschluss einer zweiten Spule  $L_{ign}$  verbunden. Die verbleibende dritte, äußere Anzapfung der Spule  $Tr_{fil}$  ist über einen Kondensator  $C_{fil}$  unmittelbar mit dem Bezugspotential 10 der Schaltung verbunden ist. Die Spule  $Tr_{fil}$  und der Kondensator  $C_{fil}$  sind dabei so dimensioniert, dass der im Normalbetrieb der Schaltung dominierende Frequenzanteil am Ausgang 11 der Halbbrücke an der mittleren Anzapfung der Spule  $Tr_{fil}$  ausgelöscht wird, also eine Sperrfrequenz bildet.

Der zweite Anschluss der Spule  $L_{ign}$  ist zum einen über einen weiteren Kondensator  $C_{ign}$  mit dem Bezugspotential 10 der Schaltung verbunden. Zum anderen ist der zweite Anschluss der Spule  $L_{ign}$  mit einem ersten Anschluss für eine Hochdrucklichtbogenlampe 12 verbunden. Der zweite Anschluss für die Hochdrucklichtbogenlampe 12 ist mit der Verbindung zwischen den beiden Kondensatoren  $C_{DC1}$  und  $C_{DC2}$  verbunden. Die Spule  $L_{ign}$  und der Kondensator  $C_{ign}$  sind so dimensioniert, dass sie als Serienschwingkreis eine Resonanzfrequenz aufweisen, die über der oben erwähnten Sperrfrequenz liegt.



Zwischen dem Ausgang 11 der Halbbrücke und dem ersten Anschluss der Spule  $Tr_{fil}$  ist ferner ein Stromsensor 13 angebracht, der den Strom  $i_1$  durch die Spule  $Tr_{fil}$  erfasst. Der Messwert des Stromsensors 13 wird einer Steuerschaltung 14 zugeführt, die die Transistoren  $T_1$  und  $T_2$  der Halbbrücke in Abhängigkeit von dem erhaltenen Wert  
5 abwechselnd so ein- und ausschaltet, dass sich in der Lampe 12 ein gewünschter Stromverlauf ergibt.

Figur 2 zeigt eine mögliche Ausführungsform einer geeigneten Steuerschaltung 14 für die Ansteuerung der Transistoren  $T_1$ ,  $T_2$  der Halbbrücke aus Figur 1.

10

Die Steuerschaltung umfasst zunächst für die Zündung der Lampe einen ersten Frequenzgenerator 211, der ein Hochfrequenzsignal einer Frequenz  $F_1$  erzeugt und über zwei komplementäre Ausgänge 212, 213 an einen Multiplexer 201 liefert. Die Frequenz  $F_1$  entspricht dabei in etwa der Resonanzfrequenz des Zündkreises aus der Spule  $L_{ign}$   
15 und dem Kondensator  $C_{ign}$  der Schaltung aus Figur 1.

Für den Normalbetrieb der Lampe umfasst die Steuerschaltung außerdem einen zweiten Frequenzgenerator 221, der Impulse mit einer Frequenz  $F_2$  erzeugt, die jeweils ein Flipflop 222 setzen. Die Frequenz  $F_2$  bildet im Normalbetrieb der Schaltung den  
20 dominierenden Frequenzanteil am Ausgang der Halbbrücke.

Der von dem Stromsensor 13 aus Figur 1 gelieferte Messwert des Stroms  $i_1$  wird zudem einem Komparator 223 zugeführt, wobei der zweite Eingang des Komparators 223 von einem niederfrequenten Kurvenformgenerator 224 gespeist wird. Das Signal von dem  
25 Kurvenformgenerator 224 repräsentiert dabei den gewünschten Lampenstromverlauf. Der Ausgang des Komparators 223 und ein weiteres Signal des Kurvenformgenerators 224, das als Polaritätssignal die aktuell gewünschte Stromrichtung in der Lampe 12 anzeigt, werden einem Exklusiv-Oder-Glied 225 zugeführt. Ein gewünschter positiver Lampenstrom führt jeweils zur Ausgabe eines hochpegeligen Polaritätssignal von "1"  
30 durch den Kurvenformgenerator 224 und somit zu einer Invertierung des Komparatorausgangs durch das Exklusiv-Oder-Glied 225. Der Ausgang des Exklusiv-Oder-Glieds

225 ist mit einem Rücksetz-Eingang des Flipflops 222 verbunden. Ein hochpegeliges Ausgangssignal von "1" des Exklusiv-Oder-Glieds 225 bewirkt jeweils ein Rücksetzen des Flipflops 222.

- 5 Das Flipflop 222 liefert zwei komplementäre Ausgangssignale  $Q$  und  $/Q$ . Die beiden Ausgangssignale werden über ein jeweiliges Exklusiv-Oder-Glied 226, 227 ebenfalls dem Multiplexer 201 zugeführt. Das zweite Eingangssignal der beiden Exklusiv-Oder-Glieder 226, 227 ist wiederum das Polaritätssignal des Kurvenformgenerators 224. Eine Ablaufsteuerung 202 schaltet den Multiplexer 201 in Abhängigkeit von dem
- 10 gemessenen Strom  $i_1$  wahlweise auf die komplementären Ausgänge des zweiten Frequenzgenerators 211 oder auf die komplementären Ausgänge der Exklusiv-Oder-Glieder 226, 227. Das jeweils ausgewählte Signalpaar wird dann von dem Multiplexer 201 über eine jeweilige Verzögerungsstufe 203, 204 den Steueranschlüssen der Leistungstransistoren  $T_1$  und  $T_2$  zugeführt.

15

Im Folgenden wird nun die Speisung einer Hochdrucklichtbogenlampe 12 mit der in den Figuren 1 und 2 dargestellten Schaltung beschrieben.

- Im nicht gezündeten Zustand ist die Hochdrucklichtbogenlampe 12 wie eine Unterbrechung zu betrachten. Das bedeutet, dass der Strom in der Spule  $L_{ign}$  nur durch den
- 20 Kondensator  $C_{ign}$  abfließen kann. Dadurch wird die Spule  $L_{ign}$  durch den Kondensator  $C_{ign}$  zu einem Serienresonanzkreis ergänzt. Wird nun die Halbbrücke mit der Resonanzfrequenz dieses Serienresonanzkreises betrieben, so baut sich am Resonanzkreis  $L_{ign}$ ,  $C_{ign}$  eine hohe Spannung auf. Ist die Resonanzfrequenz des Resonanzkreises  $L_{ign}$ ,  $C_{ign}$
- 25 ungleich der Sperrfrequenz des Filters aus der Spule  $Tr_{filt}$  und dem Kondensator  $C_{filt}$  ist, so kann eine Anregung des Resonanzkreises  $L_{ign}$ ,  $C_{ign}$  auch stattfinden, da der durch die Spule  $Tr_{filt}$  gebildete induktive Spannungsteiler nicht abgeglichen ist. Wenn die Resonanzfrequenz des Resonanzkreises  $L_{ign}$ ,  $C_{ign}$  deutlich höher ist, als die Sperrfrequenz, dann kann die Spannung am Kondensator  $C_{filt}$  als näherungsweise konstant
- 30 angesehen werden. Die Restspannung an der Mittelanzapfung der Spule  $Tr_{filt}$  entspricht in diesem Fall dem Windungszahlenverhältnis der Spule  $Tr_{filt}$ . Dadurch lassen sich nun

beliebig hohe Frequenzen zur Anregung des Zündkreises  $L_{\text{ign}}$ ,  $C_{\text{ign}}$  nutzen, ohne dass das Anregungssignal durch die Filterwirkung der ersten Filterstufe  $Tr_{\text{filt}}$ ,  $C_{\text{filt}}$  zu stark gedämpft wird.

- 5 Wenn die Ablaufsteuerung 202 aufgrund der von dem Stromsensor 13 erhaltenen Messwerte des Stromes  $i_1$  erkennt, dass durch die Spule  $Tr_{\text{filt}}$  zur Zeit kein Niederfrequenzstrom fließt, so deutet dies darauf hin, dass die Lampe 12 nicht in Betrieb ist. Die Ablaufsteuerung 202 schaltet daraufhin zur Zündung der Lampe 12 die komplementären Ausgänge 212, 213 des ersten Frequenzgenerators 211 unmittelbar auf die
- 10 Verzögerungsstufen 203, 204. Dadurch wird in der Schaltung die Resonanzfrequenz des Zündkreises  $L_{\text{ign}}$ ,  $C_{\text{ign}}$  angeregt, was wiederum eine zum Zünden der Lampe 12 ausreichend hohe Spannung in der Größenordnung von mehreren Kilovolt erzeugt. Gleichzeitig bleibt der Ausgangsstrom  $i_2$  der Halbbrücke aufgrund der Transformationsfunktion der Spule  $Tr_{\text{filt}}$  relativ niedrig. Die Spule  $L_{\text{ign}}$  hat bei der eingestellten, hohen
- 15 Resonanzfrequenz des Zündkreises  $L_{\text{ign}}$ ,  $C_{\text{ign}}$  einen begrenzenden Effekt auf den Lampenstrom  $i_{\text{lamp}}$ .

- Eine besonders vorteilhafte Situation entsteht, wenn die Resonanzfrequenz des Zündkreises  $L_{\text{ign}}$ ,  $C_{\text{ign}}$  genau das Dreifache der Sperrfrequenz der ersten Filterstufe  $Tr_{\text{filt}}$ ,  $C_{\text{filt}}$
- 20 beträgt. Dann ist es möglich, den Zündkreises  $L_{\text{ign}}$ ,  $C_{\text{ign}}$  mit der dritten Oberschwingung des rechteckförmigen Verlaufs der Spannung  $U_1$  am Ausgang 11 der Halbbrücke anzuregen. Dadurch ergeben sich in den Bauelementen der Schaltung keine größeren Stromamplituden  $i_1$  als im Normalbetrieb, wenn die Schaltung auf Einhaltung üblicher Stromwelligkeiten beim Normalbetrieb mit möglichst kleinen Bauelementen optimiert
- 25 wird. In Figur 3 ist zur Verdeutlichung ein entsprechender rechteckförmiger Verlauf der Spannung  $U_1$  am Ausgang der Halbbrücke in Volt, ein entsprechende Verlauf der Spannung  $U_{\text{lamp}}$  über der Lampe mit der dreifachen Frequenz in Volt und ein entsprechende Verlauf des Ausgangsstroms  $i_1$  der Halbbrücke in Milliampere über der Zeit aufgetragen.

Der Zündbetrieb sollte mindestens eine Sekunde, vorzugsweise aber mindestens zwei Sekunden lang aufrecht erhalten bleiben, um sicherzustellen, dass die Lampe 12 zuverlässig zündet.

- 5 Unmittelbar nach dem Zünden benötigen Hochdrucklichtbogenlampe kurzzeitig eine hohe Betriebsspannung von über 250 V, bis sich die Lampenelektroden ausreichend aufgeheizt haben, um in den Bogenbetrieb zu gehen. Im Normalfall kann die beschriebene Schaltung aber eine Lampenspannung von höchstens der halben Betriebsspannung  $U_+$  erzeugen, also typischerweise 200 V bei einer Betriebsspannung von
- 10 höchstens 400 V.

- Für die künstliche Erhöhung der Betriebsspannung kann aber wiederum ein Resonanzeffekt genutzt werden. Hierzu kommt der Resonanzkreis aus der Spule  $L_{ign}$  und dem Kondensator  $C_{ign}$  nicht in Frage, da bei sinnvoller Dimensionierung dessen Belastbarkeit nicht hoch genug ist. Aber auch die Anordnung aus der Spule  $Tr_{filt}$  und dem
- 15 Kondensator  $C_{filt}$  stellt einen Resonanzkreis dar, der normalerweise oberhalb seiner Resonanzfrequenz betrieben wird.

- Die Ablaufsteuerung 202 bewirkt für die Übergangsphase zunächst, dass der Multiplexer 201 die Ausgangssignale der Exklusiv-Oder-Glieder 226, 227 anstelle der
- 20 komplementären Ausgangssignale des ersten Frequenzgenerators 211 als Eingangssignale verwendet. Zusätzlich wird die Frequenz F2 des zweiten Frequenzgenerators 221 von der Ablaufsteuerung 202 in Richtung auf die Resonanzfrequenz des Resonanzkreises  $Tr_{filt}$ ,  $C_{filt}$  abgesenkt. Der Ablauf der Ansteuerung der Transistoren  $T_1$ ,  $T_2$
- 25 entspricht dabei der weiter unten beschriebenen Ansteuerung im Normalbetrieb. Die reduzierte Frequenz F2 resultiert in einer Spannungsüberhöhung mit mittlerer Frequenz, die genügend Strom in der Lampe 12 erzeugt, um die Elektroden aufzuheizen. Gleichzeitig wird durch die Frequenz und durch die Induktivität der Spule  $Tr_{filt}$  ein starker Anstieg des Lampenstroms verhindert. Der Verlauf der Lampenspannung  $U_{lamp}$  und der
- 30 Verlauf der Ausgangsspannung der Halbbrücke  $U_1$  während einer solchen Aufheizphase sind in Figur 4 in Volt über der Zeit aufgetragen.

Nachdem die Lampe 12 gezündet ist und sich ihre Elektroden ausreichend aufgeheizt haben, kann die elektronische Schaltung aus Figur 1 nun den Normalbetrieb aufnehmen. Hierfür wird die Frequenz F2 des Frequenzgenerators 221 wieder auf den ursprünglichen Wert zurückgesetzt.

5

Im Normalfall kann zunächst davon ausgegangen werden, dass sich die beiden Kondensatoren  $C_{DC1}$  und  $C_{DC2}$  so aufgeladen haben, dass die Spannung an ihrem Verbindungspunkt etwa der halben Betriebsspannung  $U_+$  der Schaltung entspricht. Nun soll in der Lampe 12 durch eine entsprechende Ansteuerung der Transistoren  $T_1$ ,  $T_2$  ein niederfrequenter Wechselstrom erzeugt werden, häufig mit einem rechteckförmigen Verlauf.

10

Eine Erläuterung dieser Ansteuerung durch die Steuerschaltung 14 erfolgt zunächst am Beispiel der positiven Halbwelle des Lampenstromes  $I_{lamp}$ . Als Ausgangszustand wird davon ausgegangen, dass der Strom  $i_{lamp}$  und die Spannung in der Lampe positiv sind, und dass der Strom  $i_1$  in der Spule  $Tr_{fil}$  ebenfalls positiv ist. Die Spannung am Kondensator  $C_{fil}$  beträgt in etwa die Summe aus der halben Betriebsspannung  $U_+$  und der positiven Lampenspannung. Das Flipflop 222 ist nicht gesetzt. Da das Polaritätssignal des Kurvenformgenerators 224 anzeigt, dass der Lampenstrom zur Zeit positiv sein soll, bewirken die Exklusiv-Oder-Glieder 226, 227 eine Invertierung der komplementären Ausgänge Q, /Q des Flipflops 222. Folglich ist der Transistor  $T_1$  eingeschaltet und der Transistor  $T_2$  ausgeschaltet.

15

20

Nun wird das Flipflop 222 durch einen Impuls des zweiten Frequenzgenerators 221 gesetzt. Dadurch wird am Q-Ausgang des Flipflops 222 eine "1" erzeugt, die nach der Invertierung durch das zugeordnete Exklusiv-Oder-Glied 226 den Transistor  $T_1$  ohne weitere Verzögerung abschaltet. Am /Q-Ausgang des Flipflops 222 wird eine "0" erzeugt die nach der Invertierung und dem Ablauf einer Verzögerungszeit  $DT$  den Transistor  $T_2$  einschaltet. Die Verzögerungszeit  $DT$  dient dazu, auszuschließen, dass beide Transistoren  $T_1$ ,  $T_2$  der Halbbrücke gleichzeitig eingeschaltet sein können.

25

30

Der Spannung am Ausgang 11 der Halbbrücke beträgt nun 0 V. Das bedeutet, dass der positive Strom  $i_1$  in der Spule  $Tr_{\text{filt}}$  schnell kleiner wird, da der rechte Anschluss auf einem hohen Potential liegt. Wie oben erwähnt beträgt dieses hohe Potential etwa die Summe aus der Hälfte der Betriebsspannung  $U_+$  und aus der Lampenspannung. Wenn am Komparator 223 der vom Kurvenformgenerator 224 gelieferte Referenzwert durch den Messwert des Stroms  $i_1$  unterschritten wird, erzeugt der Komparator 223 an seinem Ausgang ein niedrigpegeliges Signal "0". Dieses Signal wird durch das Exklusiv-Oder-Glied 225 aufgrund des weiterhin hochpegeligen Polaritätssignals von dem Kurvenformgenerator 224 invertiert und setzt das Flipflop 222 wieder zurück. Dadurch wird der Transistor  $T_2$  wieder ausgeschaltet und der Transistor  $T_1$  nach einer Verzögerungszeit  $DT$  wieder eingeschaltet.

Daraufhin liegt am Ausgang der Halbbrücke 11 wieder die Betriebsspannung  $U_+$  an, die größer ist als die Spannung am Kondensator  $C_{\text{filt}}$ , so dass der Strom  $i_1$  in der Spule  $Tr_{\text{filt}}$  wieder anwächst. Dieser Zustand wird bis zum nächsten Impuls des Frequenzgenerators 221 beibehalten. Da durch den Kondensator  $C_{\text{filt}}$  keine niederfrequente Stromkomponente fließen kann, gelangt der Niederfrequenzanteil über die Spule  $L_{\text{ign}}$  durch die Lampe 12 in die Kondensatoren  $C_{DC1}$  und  $C_{DC2}$ . Der Kondensator  $C_{\text{ign}}$  hat einen so kleinen Wert, dass er für den Strom  $i_{\text{lamp}}$  in der Lampe keine Bedeutung hat, wenn die Lampe 12 gezündet ist.

Figur 5 zeigt einen Ausschnitt des Stroms  $i_1$  durch die Spule  $Tr_{\text{filt}}$  und des Lampenstroms  $i_{\text{lamp}}$  in Ampere über zwei Perioden des Signals F2 des Frequenzgenerators 221 während der positiven Halbwelle des Lampenstromes. Als gestrichelte Linie ist zusätzlich ein Referenzstrom  $i_{\text{ref}}$  eingezeichnet, der den Referenzwert des Kurvenformgenerators 224 für die positive Halbwelle des Lampenstromes wiedergibt.

Es ist offensichtlich, dass durch ein Anheben des Referenzwerts des Kurvenformgenerators 224 der ganze Stromverlauf parallel mit verschoben wird, also auch der Mittelwert des Lampenstromes  $i_{\text{lamp}}$  in genau dem gleichen Maße ansteigt. Damit ist eine einfache Möglichkeit gegeben, den Wert des Lampenstromes  $i_{\text{lamp}}$  einzustellen.

Figur 5 zeigt auch, dass der Strom  $i_1$  in der Spule  $Tr_{filt}$  trotz überlagerter Gleichstromkomponente auch bei positivem Lampenstrom  $i_{lamp}$  das Vorzeichen wechselt. Das erlaubt es, im Normalbetrieb ebenso wie im Übergangsbetrieb das sogenannte spannungslose Schalten anzuwenden.

5

Da der dominierende Frequenzanteil am Ausgang der Halbbrücke die der Sperrfrequenz entsprechende Frequenz  $F_2$  ist, wird diese Frequenzkomponente an der mittleren Anzapfung der Spule  $Tr_{filt}$  ausgelöscht. Die Spannung am Kondensator  $C_{filt}$  ist jetzt auch nicht mehr als konstant zu betrachten, sondern sie ist wesentlichen Schwankungen unterworfen. Diese Schwankungen spiegeln sich in Figur 5 in der Abweichung des Stromverlaufes  $i_{lamp}$  von einem konstanten Verlauf wieder.

10

Während der negativen Halbwelle ist der Lampenstrom  $i_{lamp}$  und die Lampenspannung negativ. Die Spannung am Kondensator  $C_{filt}$  ist nun die Summe aus der halben Betriebsspannung  $U_+$  und aus dem negativen Wert der Lampenspannung. Der Kurvenformgenerator 224 liefert jetzt entsprechend dem vorgesehenen Lampenstromverlauf ein Polaritätssignal von "0". Das bedeutet, dass die Exklusiv-Oder-Glieder 225, 226, 227 keine Wirkung haben, sondern das jeweils außer dem Polaritätssignal anliegende Signal an ihrem Ausgang wieder ausgeben. Zunächst sei angenommen, dass der Strom  $i_1$  in der Spule  $Tr_{filt}$  negativ ist. Der Impuls des Frequenzgenerators 221 setzt wiederum das Flipflop 222, allerdings wird dadurch nun der Transistor  $T_1$  ein- und der Transistor  $T_2$  nach einer Verzögerungszeit  $DT$  ausgeschaltet. Am Ausgang 11 der Halbbrücke liegt daraufhin die Betriebsspannung  $U_+$  der Schaltung an. Diese ist wesentlich höher als die Spannung am Kondensator  $C_{filt}$ , wodurch der Strom  $i_1$  in der Spule  $Tr_{filt}$  schnell ansteigt. Wenn der vom Kurvenformgenerator 224 gelieferte Referenzwert überschritten wird, erzeugt der Komparator 223 am Ausgang eine "1", wodurch das Flipflop 222 wieder zurückgesetzt wird. Dadurch wird der Transistor  $T_1$  ausgeschaltet und der Transistor  $T_2$  nach einer Verzögerungszeit  $DT$  wieder eingeschaltet. Die Spannung am Ausgang 11 der Halbbrücke beträgt daraufhin 0 V. Da die Spannung am Kondensator  $C_{filt}$  größer als Null ist, baut sich der Strom  $i_1$  in der Spule  $Tr_{filt}$  wieder auf.

20

25

30

Die Figuren 6 bis 8 zeigen mögliche Abwandlungen der Schaltung aus Figur 1, wobei die abgewandelten Schaltungen aber sinngemäß die gleichen Funktionen aufweisen wie die Schaltung aus Figur 1. Der grundlegende Aufbau ist jeweils der Gleiche wie in Figur 1 und die entsprechenden Bauteile sind mit den gleichen Bezugszeichen versehen, so dass im Folgenden nur die jeweiligen Unterschiede beschrieben werden brauchen. Auch die in den Figuren 6 bis 8 nicht gezeigte Steuerschaltung kann der Steuerschaltung des ersten Ausführungsbeispiels entsprechen.

In der ersten Abwandlung gemäß Figur 6 ist der dritte, äußere Anschluss der Spule  $T_{\text{filt}}$  zusätzlich über einen Kondensator  $C_{\text{filtb}}$  mit der Betriebsspannung  $U_+$  der Schaltung verbunden. Der in Figur 1 mit  $C_{\text{filt}}$  bezeichnete Kondensator wird in Figur 6 zur besseren Unterscheidbarkeit mit  $C_{\text{filta}}$  bezeichnet. Ebenso ist der zweite Anschluss der Spule  $L_{\text{ign}}$  zusätzlich über einen Kondensator  $C_{\text{ignb}}$  mit der Betriebsspannung  $U_+$  der Schaltung verbunden. Der in Figur 1 mit  $C_{\text{ign}}$  bezeichnete Kondensator wird in Figur 6 mit  $C_{\text{igna}}$  bezeichnet.

In der zweiten Abwandlung gemäß Figur 7 sind die Kondensatoren  $C_{\text{filt}}$  und  $C_{\text{ign}}$  nicht direkt mit dem Bezugspotential der Schaltung verbunden, sondern mit der Verbindung zwischen den Kondensatoren  $C_{\text{DC1}}$ ,  $C_{\text{DC2}}$ . Hieraus wird deutlich, dass die Spulen über den jeweils zur Bildung eines Resonanzkreises zugeordneten Kondensator auch indirekt mit dem Bezugspotential der Schaltung verbunden sein können.

In der dritten Abwandlung gemäß Figur 8 ist jedem der Transistoren  $T_1$  bzw.  $T_2$  ein zusätzlicher Kondensator  $C_{\text{dvdtb}}$  bzw.  $C_{\text{dvdtb}}$  parallelgeschaltet. Die Kondensatoren  $C_{\text{dvdtb}}$ ,  $C_{\text{dvdtb}}$  dienen dabei der Begrenzung der Spannungsanstiegesgeschwindigkeit beim Umschalten der Transistoren  $T_1$ ,  $T_2$  der Halbbrücke. Alternativ könnte auch nur einer der zusätzlichen Kondensatoren eingesetzt werden. Die spannungsanstiegsbegrenzenden Kondensatoren in der Ausführung gemäß Figur 8 führen bei dem mit Bezug auf Figur 5 erwähnten spannungslosen Schalten zu besonders geringen Schaltverlusten.



20

Die Erläuterung der Funktionsweise der Schaltung aus Figur 1 gilt entsprechend für diese und für andere Abwandlungen der Schaltung aus Figur 1, bei denen die Kondensatoren hochfrequenzmäßig äquivalent in Bezug auf den Ausgangsstrom der Halbbrücke und den Lampenstrom angeordnet sind. Ebenso können einige der Bauteile z.B.  
5 in Reihe mit zusätzlichen Widerständen geschaltet werden.

Die beschriebenen Ausführungsformen stellt nur einige Beispiele von verschiedenen möglichen Ausgestaltungen der Erfindung dar.

10

## PATENTANSPRÜCHE

1. Elektronische Schaltung zur Speisung einer Hochdrucklichtbogenlampe (12), die eine in jedem ihrer Brückenarme mindestens ein ansteuerbares Schaltelement ( $T_1, T_2$ ) aufweisende Halbbrücke zum Bereitstellen eines Wechselstroms umfasst sowie mindestens zwei Spulen ( $L_{ign}, Tr_{filt}$ ), vier Kondensatoren ( $C_{ign}, C_{DC2}, C_{DC1}, C_{filt}, C_{igna}, C_{filita}$ ) und zwei Anschlüsse für eine Hochdrucklichtbogenlampe (12), wobei die Halbbrücke ( $T_1, T_2$ ) zwischen einem Anschluss der Schaltung für ein Betriebspotential ( $U_+$ ) und einem Anschluss der Schaltung für ein Bezugspotential (10) geschaltet ist, wobei ein erster Anschluss der ersten Spule ( $L_{ign}$ ) mit dem ersten Anschluss für eine Hochdrucklichtbogenlampe (12) verbunden ist sowie zumindest über den ersten
- 5 Kondensator ( $C_{ign}, C_{igna}$ ) mit dem Anschluss für das Bezugspotential (10) und wobei der zweite Anschluss für eine Hochdrucklichtbogenlampe (12) zumindest über den zweiten Kondensator ( $C_{DC2}$ ) mit dem Anschluss für das Betriebspotential ( $U_+$ ) sowie zumindest über den dritten Kondensator ( $C_{DC1}$ ) mit dem Anschluss für das Bezugspotential (10) verbunden ist,
- 10 dadurch gekennzeichnet,
- 15 dass die zweite Spule ( $Tr_{filt}$ ) mindestens drei Anzapfungen aufweist, wobei eine erste, äußere Anzapfung mit dem Ausgang (11) der Halbbrücke ( $T_1, T_2$ ) verbunden ist, wobei eine zweite, mittlere Anzapfung mit dem zweiten Anschluss der ersten Spule ( $L_{ign}$ ) verbunden ist und wobei eine dritte, äußere Anzapfung zumindest über den vierten
- 20 Kondensator ( $C_{filt}, C_{filita}$ ) mit dem Anschluss für das Bezugspotential (10) verbunden ist.

2. Elektronische Schaltung nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass der erste Kondensator und der vierte Kondensator ( $C_{ign}$ ,  $C_{filt}$ ,  $C_{igna}$ ,  $C_{filita}$ ) jeweils direkt mit dem Anschluss für das Bezugspotential verbunden sind.

5

3. Elektronische Schaltung nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass der erste Kondensator und der vierte Kondensator ( $C_{ign}$ ,  $C_{filt}$ ) jeweils über den dritten Kondensator ( $C_{DC1}$ ) mit dem Anschluss für das Bezugspotential, und jeweils

10 über den zweiten Kondensator ( $C_{DC2}$ ) mit dem Anschluss für das Betriebspotential ( $U_+$ ) verbunden sind.

4. Elektronische Schaltung nach einem der voranstehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

15 dass der erster Anschluss der ersten Spule ( $L_{ign}$ ) zusätzlich über einen fünften Kondensator ( $C_{ignb}$ ) mit dem Anschluss für das Betriebspotential ( $U_+$ ) verbunden ist und/oder dass die dritte, äußere Anzapfung der zweiten Spule ( $Tr_{filt}$ ) zusätzlich über einen sechsten Kondensators ( $C_{filitb}$ ) mit dem Anschluss für das Betriebspotential ( $U_+$ ) verbunden ist.

20

5. Elektronische Schaltung nach einem der voranstehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Ausgang der Halbbrücke ( $T_1, T_2$ ) zusätzlich über mindestens einen weiteren Kondensator ( $C_{dvdtb}$ ) mit dem Anschluss für das Bezugspotential verbunden ist.

25

6. Elektronische Schaltung nach einem der voranstehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Ausgang der Halbbrücke ( $T_1, T_2$ ) zusätzlich über mindestens einen weiteren Kondensator ( $C_{dvdtb}$ ) mit dem Anschluss für das Betriebspotential ( $U_+$ ) verbunden ist.

7. Elektronische Schaltung nach einem der voranstehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Anordnung bestehend aus der zweiten Spule ( $Tr_{filt}$ ) und dem vierten Kondensator ( $C_{filt}$ ) für eine Schaltfrequenz, mit denen die ansteuerbaren Schaltelemente ( $T_1, T_2$ ) der Halbbrücke im Normalbetrieb bevorzugt geschaltet werden, ein Sperrfilter für die mittlere Anzapfung der zweiten Spule ( $Tr_{filt}$ ) darstellt.

8. Elektronische Schaltung nach einem der voranstehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

10 dass die Resonanzfrequenz eines Resonanzkreises umfassend die erste Spule ( $L_{ign}$ ) und den ersten Kondensator ( $C_{ign}$ ) höher ist als eine Frequenz bei der die Anordnung aus der zweiten Spule ( $Tr_{filt}$ ) und dem vierten Kondensator ( $C_{filt}$ ) für die mittlere Anzapfung der zweiten Spule ( $Tr_{filt}$ ) einen Sperrfilter darstellt.

15 9. Elektronische Schaltung nach Anspruch 8,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Resonanzfrequenz eines Resonanzkreises umfassend die erste Spule ( $L_{ign}$ ) und den ersten Kondensator ( $C_{ign}$ ) ein ungeradzahliges Vielfaches der Frequenz ist, bei der die Anordnung aus der zweiten Spule ( $Tr_{filt}$ ) und dem vierten Kondensator ( $C_{filt}$ ) für die mittlere Anzapfung der zweiten Spule ( $Tr_{filt}$ ) einen Sperrfilter darstellt.

10. Elektronische Schaltung nach einem der voranstehenden Ansprüche,

gekennzeichnet durch eine Steuerschaltung (14) zum Ansteuern der Schaltelemente

( $T_1, T_2$ ) der Halbbrücke und durch einen zwischen dem Ausgang (11) der Halbbrücke und der zweiten Spule ( $Tr_{filt}$ ) angeordneten Stromsensor (13) zum Messen des Stroms ( $i_1$ ) durch die zweite Spule ( $Tr_{filt}$ ), und die Messergebnisse an die Steuerschaltung (14) übermittelt, und wobei die Steuerschaltung (14) die Schaltelemente ( $T_1, T_2$ ) unter Berücksichtigung der Messergebnisse des Stromsensors (13) ansteuert.

11. Elektronische Schaltung nach einem der Ansprüche 10,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Steuerschaltung (14) umfasst:

- einen ersten Frequenzgenerator (211) zum Bereitstellen von komplementären  
5 Impulsen für einen Zündbetrieb der elektronischen Schaltung,
- einen zweiten Frequenzgenerator (221) zum Bereitstellen von Triggerimpulsen für  
einen Normalbetrieb der elektronischen Schaltung,
- einen Kurvenformgenerator (224) zum Ausgeben eines Stromreferenzsignals und  
einer Lampenstromrichtung entsprechend einem gewünschten  
10 Lampenstromverlauf,
- einen Komparator (223) zum Vergleichen des Messergebnisses des Stromsensors  
(13) mit dem Stromreferenzsignal des Kurvenformgenerators (224), wobei der  
Ausgang des Komparators (223) bei einem gewünschten positiven Lampenstrom  
invertiert wird, und
- 15 - ein Flipflop (222) mit zwei komplementären Ausgängen (Q, /Q), das von den  
Triggerimpulsen des zweiten Frequenzgenerators (221) gesetzt wird, das von  
einem, gegebenenfalls nach einer Invertierung, hochpegeligen Ausgangssignal des  
Komparators (223) zurückgesetzt wird, und dessen komplementären  
Ausgangssignale bei einem gewünschten positiven Lampenstrom invertiert  
20 werden, und
- eine Ablaufsteuerung (202) zum Umschalten zwischen einem Zündbetrieb und  
einem Normalbetrieb, die für den Normalbetrieb jeweils eines der, gegebenenfalls  
invertierten, komplementären Ausgangssignale des Flipflops (222) einem der  
Schaltelementen (T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>) der Halbbrücke zu dessen Ansteuerung zuführt, wobei bei  
25 gewünschtem positivem Lampenstrom das bezugspotentialseitige Schaltelement  
(T<sub>2</sub>) eingeschaltet und das betriebsspannungsseitige Schaltelement (T<sub>1</sub>)  
ausgeschaltet wird, wenn der zweite Frequenzgenerator (221) einen Triggerimpuls  
erzeugt, und das bezugspotentialseitige Schaltelement (T<sub>2</sub>) ausgeschaltet und das  
betriebsspannungsseitige Schaltelement (T<sub>1</sub>) eingeschaltet wird, wenn der

Messwert des Stromsensors (13) den Referenzwert des Kurvenformgenerators (224) unterschreitet, und wobei bei gewünschtem negativem Lampenstrom das betriebsspannungsseitige Schaltelement ( $T_1$ ) eingeschaltet und das bezugspotentialseitige Schaltelement ( $T_2$ ) ausgeschaltet wird, wenn der zweite

5 Frequenzgenerator (221) einen Triggerimpuls erzeugt, und das betriebsspannungsseitige Schaltelement ( $T_1$ ) ausgeschaltet und das bezugspotentialseitige Schaltelement ( $T_2$ ) eingeschaltet wird, wenn der Messwert des Stromsensors (13) den Referenzwert des Kurvenformgenerators (224) überschreitet.

10

12. Elektronische Schaltung nach Anspruch 11,  
dadurch gekennzeichnet,

dass der erste Frequenzgenerator (211) die komplementären Impulse mit einer Frequenz bereitstellt, die der Resonanzfrequenz des Serienschwingkreises aus der ersten Spule

15 ( $L_{ign}$ ) und dem ersten Kondensator ( $C_{ign}$ ) entspricht, und dass der zweiten Frequenzgenerator (221) für einen Normalbetrieb der elektronischen Schaltung die Triggerimpulse mit einer Frequenz bereitstellt, die der Frequenz entspricht, bei der die Anordnung aus der zweiten Spule ( $Tr_{filt}$ ) und dem vierten Kondensator ( $C_{filt}$ ) für die mittlere Anzapfung der zweiten Spule ( $Tr_{filt}$ ) ein Sperrfilter darstellt.

20

13. Elektronische Schaltung nach Anspruch 11 oder 12,  
dadurch gekennzeichnet,

dass die Ablaufsteuerung (202) während einer Zündphase die von dem ersten Frequenzgenerator (211) bereitgestellten komplementären Impulse den Schaltelementen

25 ( $T_1, T_2$ ) der Halbbrücke zu deren Ansteuerung zuführt.

14. Elektronische Schaltung nach Anspruch 13,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Ablaufsteuerung (202) nach dem Ende der Zündphase die Frequenz der von dem zweiten Frequenzgenerator (221) ausgegebenen Triggerimpulse kurzzeitig auf eine
- 5 Frequenz unterhalb der Frequenz umschalten, bei der die Anordnung aus der zweiten Spule ( $Tr_{fil}$ ) und dem vierten Kondensator ( $C_{fil}$ ) für die mittlere Anzapfung der zweiten Spule ( $Tr_{fil}$ ) einen Sperrfilter darstellt.
15. Verfahren zum Betreiben einer Hochdrucklampe mit einer elektronischen Schaltung nach einem der voranstehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Schaltelemente ( $T_1, T_2$ ) der Halbbrücke so angesteuert werden, dass jeweils ein im wesentlichen spannungsloses Schalten erfolgt.
- 15 16. Verfahren zum Betreiben einer Hochdrucklampe mit einer elektronischen Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 14,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass für das Zünden einer zwischen den Anschlüssen für eine Hochdrucklichtbogenlampe angeschlossenen Hochdrucklichtbogenlampe (12) die
- 20 Schaltelemente ( $T_1, T_2$ ) der Halbbrücke während einer Zündphase im wesentlichen genau mit der Resonanzfrequenz oder mit einem ungeradzahligen Bruchteil der Resonanzfrequenz des Schwingkreises bestehend aus der ersten Spule ( $L_{ign}$ ) und dem vierten Kondensator ( $C_{ign}$ ) geschaltet werden.
- 25 17. Beleuchtungssystem umfassend eine elektronische Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 14 und eine Hochdruckgasentladungslampe (12), die zwischen die beiden Anschlüsse der elektronischen Schaltung für eine Hochdrucklichtbogenlampe geschaltet ist.

18. Vorrichtung zur Wiedergabe stehender oder bewegter Bilder mit einer elektronischen Schaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 14.



ZUSAMMENFASSUNG

## Elektronische Schaltung zum Speisen einer Hochdrucklichtbogenlampe

Die Erfindung betrifft eine elektronische Schaltung und Verfahren zum Speisen einer Hochdrucklichtbogenlampe 12. Die Schaltung weist einen Wechselrichter auf, für den  
5 zwei ansteuerbare Schaltelemente  $T_1$ ,  $T_2$  nach Art einer Halbbrücke mit einem Betriebspotential  $U_+$  und einem Bezugspotential 10 verbunden sind. Die Schaltung weist ferner eine zweistufigen Filteranordnung auf. Die Lampe ist mit einer Spule  $L_{ign}$  der zweiten Filterstufe verbundenen, wobei der gleiche Anschluss der Spule  $L_{ign}$  über einen Kondensator  $C_{ign}$  mit dem Bezugspotential 10 verbunden ist. Um eine möglichst  
10 kleine und kostengünstige Schaltung zu ermöglichen, mit der hohe Hochfrequenzstörpegel und hohe Ströme in der Schaltung vermieden werden, wird vorgeschlagen, dass eine Spule  $T_{filt}$  der ersten Filterstufe mindestens drei Anzapfungen aufweist. Die erste, äußere Anzapfung ist dabei mit dem Ausgang der Halbbrücke verbunden, die zweite, mittlere Anzapfung mit dem zweiten Anschluss der Spule  $L_{ign}$  und die dritte,  
15 äußere Anzapfung über einen Kondensator  $C_{filt}$  mit dem Bezugspotential 10.

Fig. 1

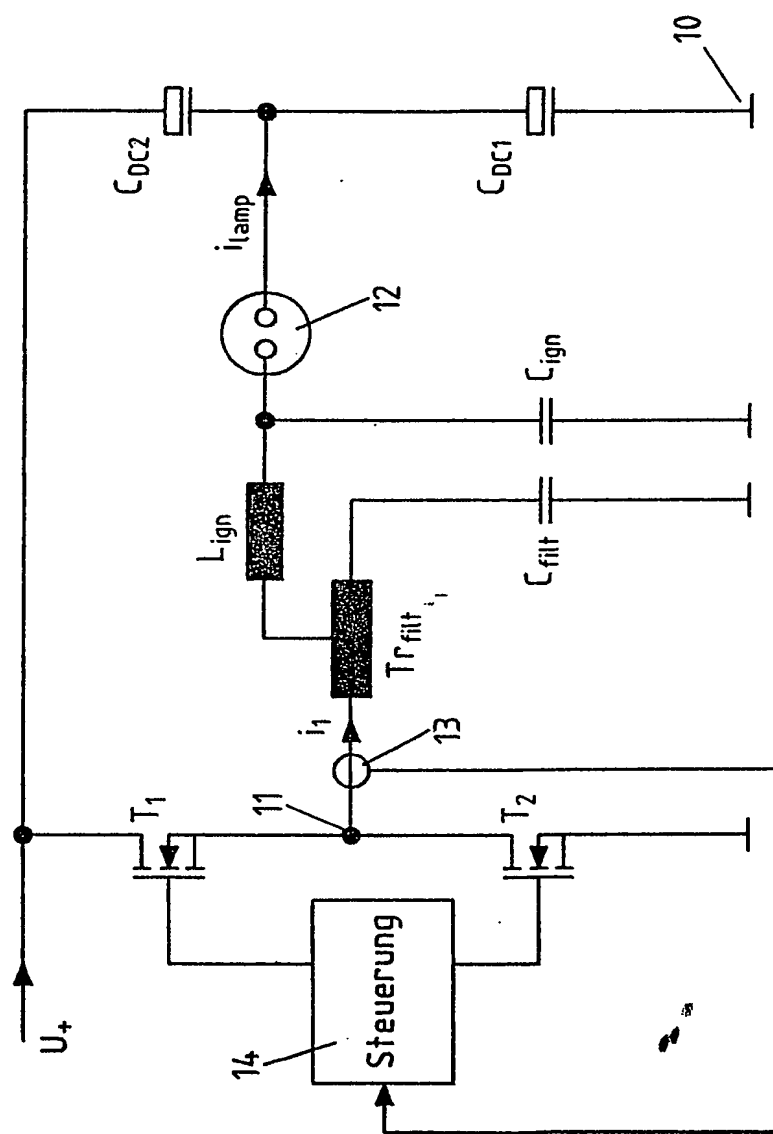


Fig.1

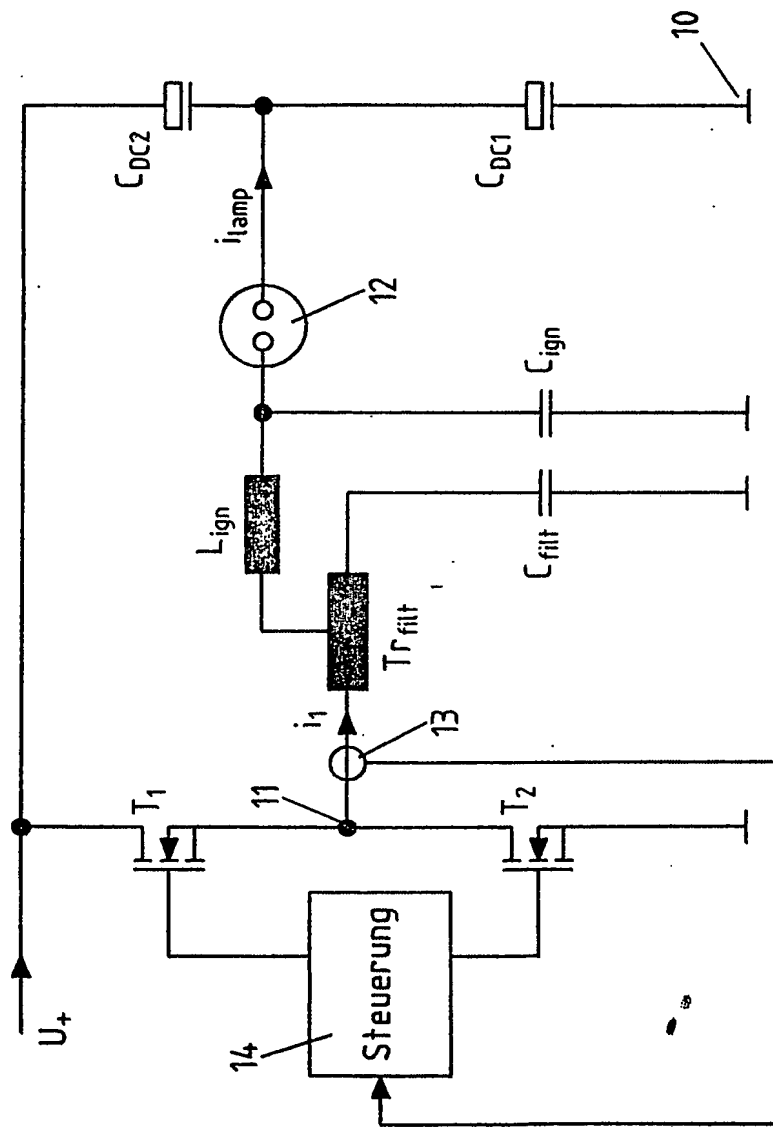


Fig.1

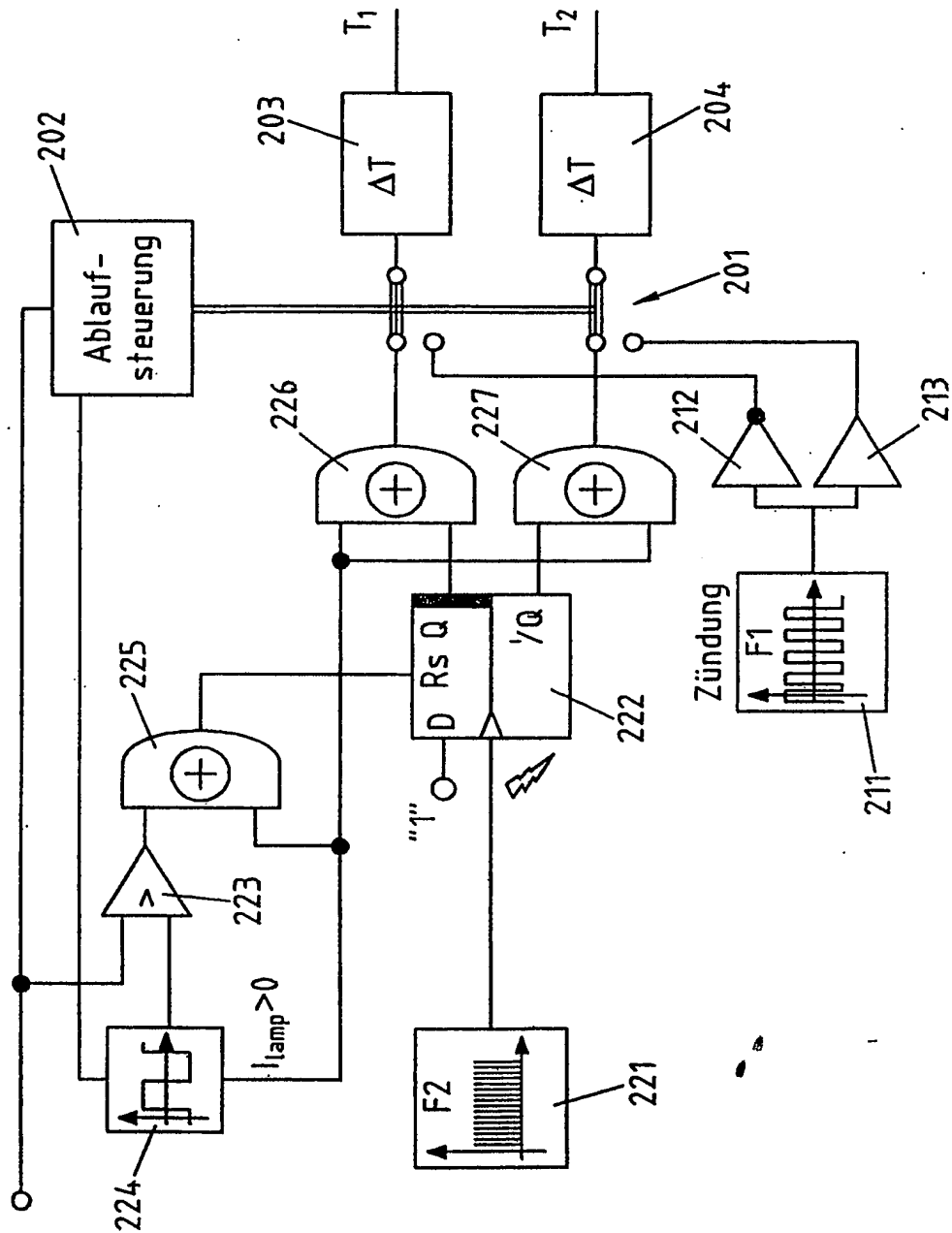


Fig.2

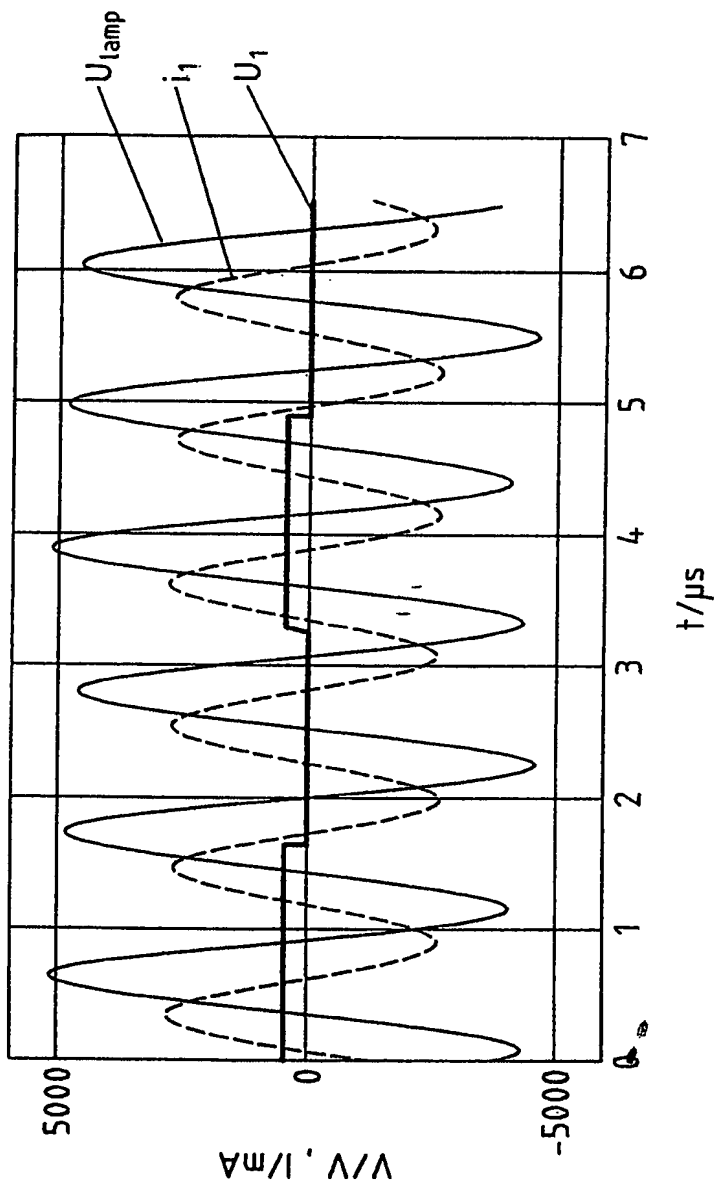


Fig.3

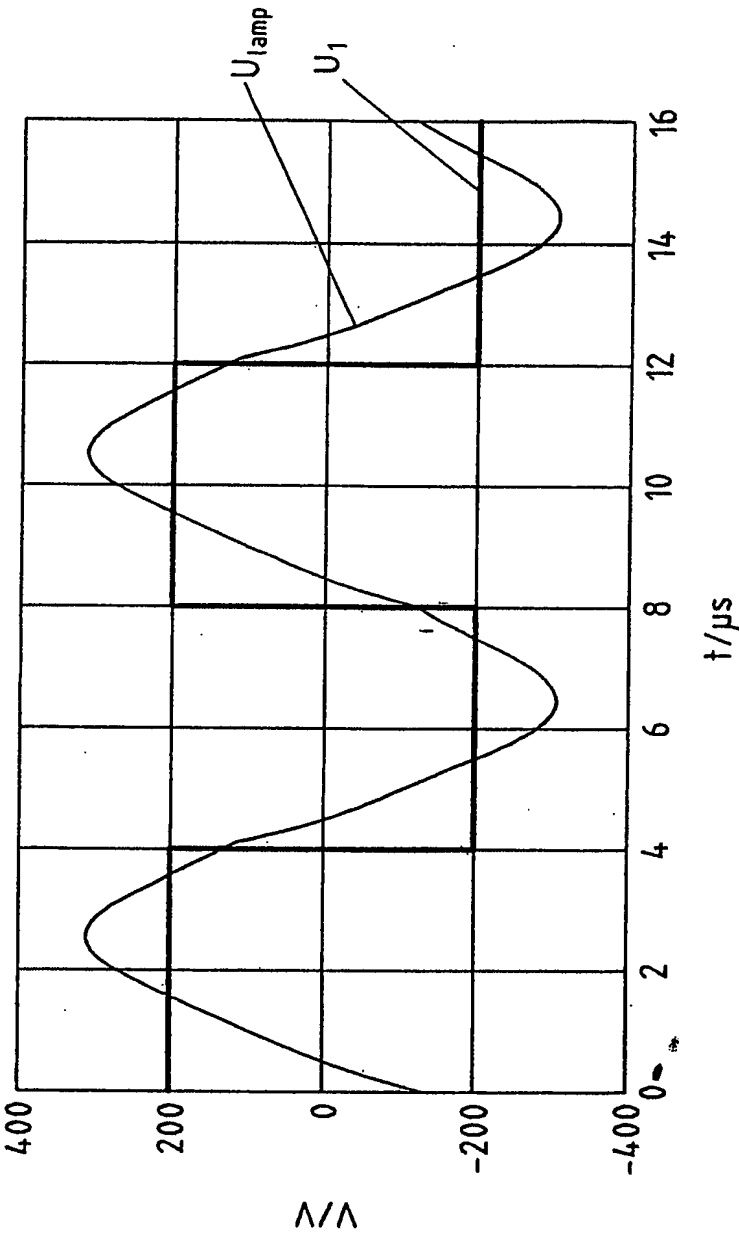


Fig.4

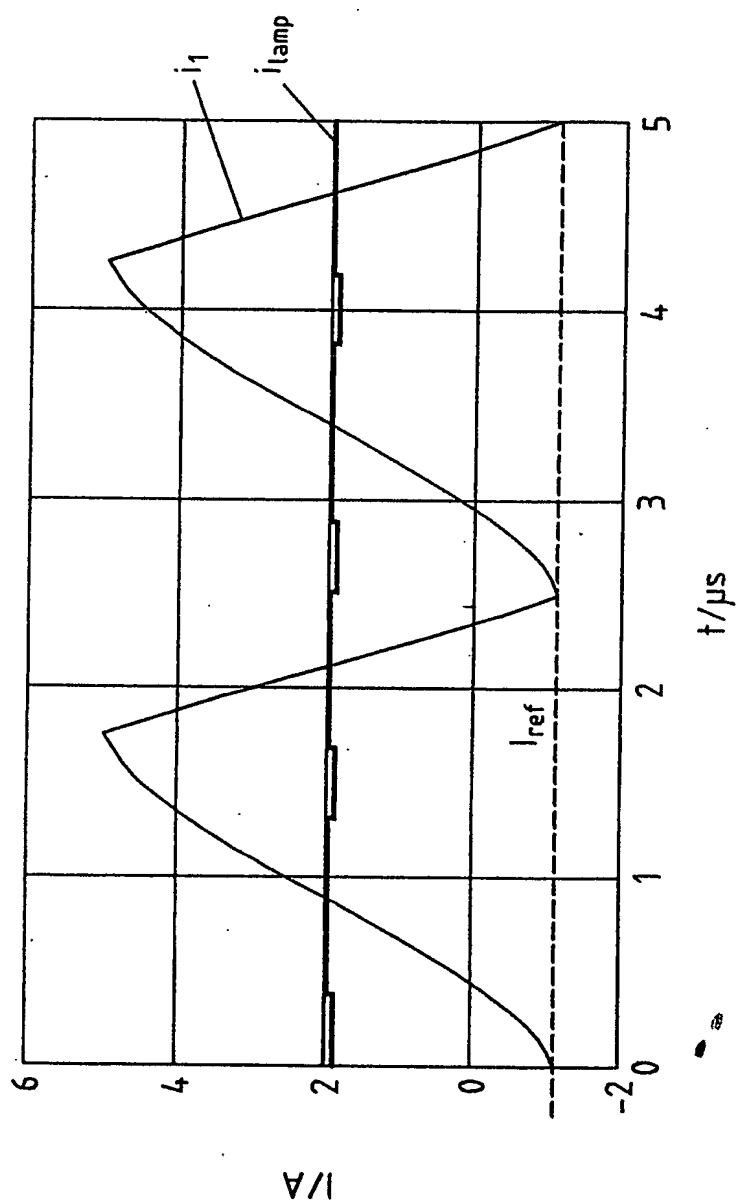


Fig.5

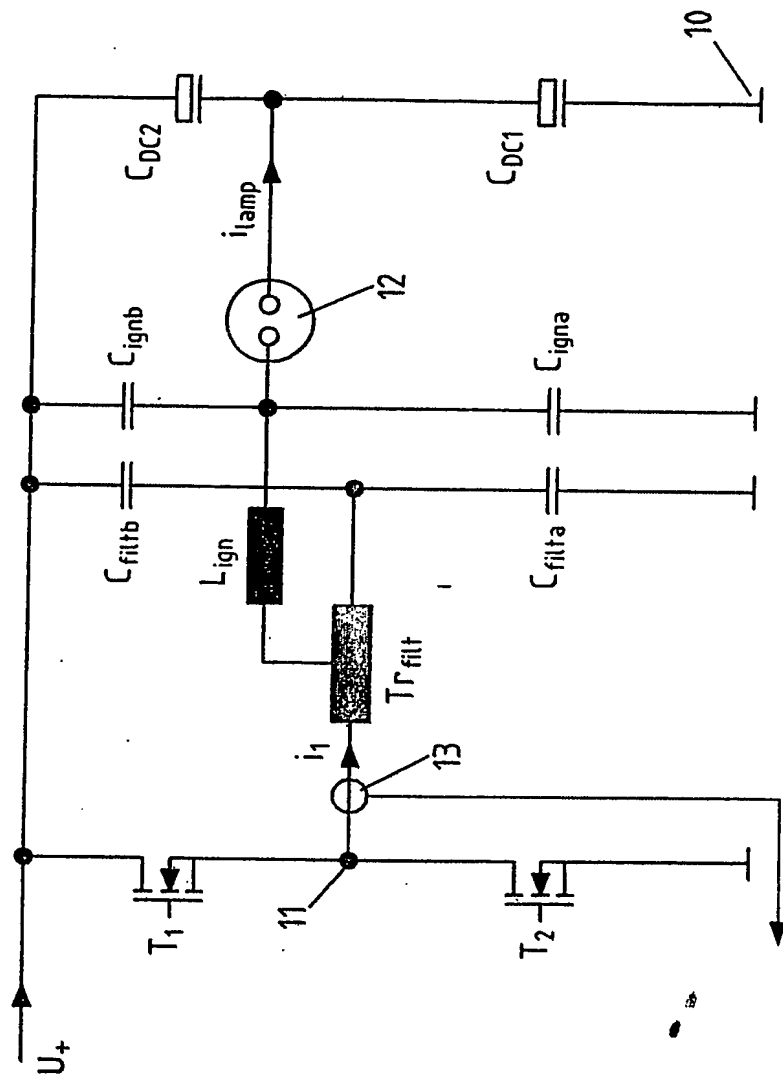


Fig.6



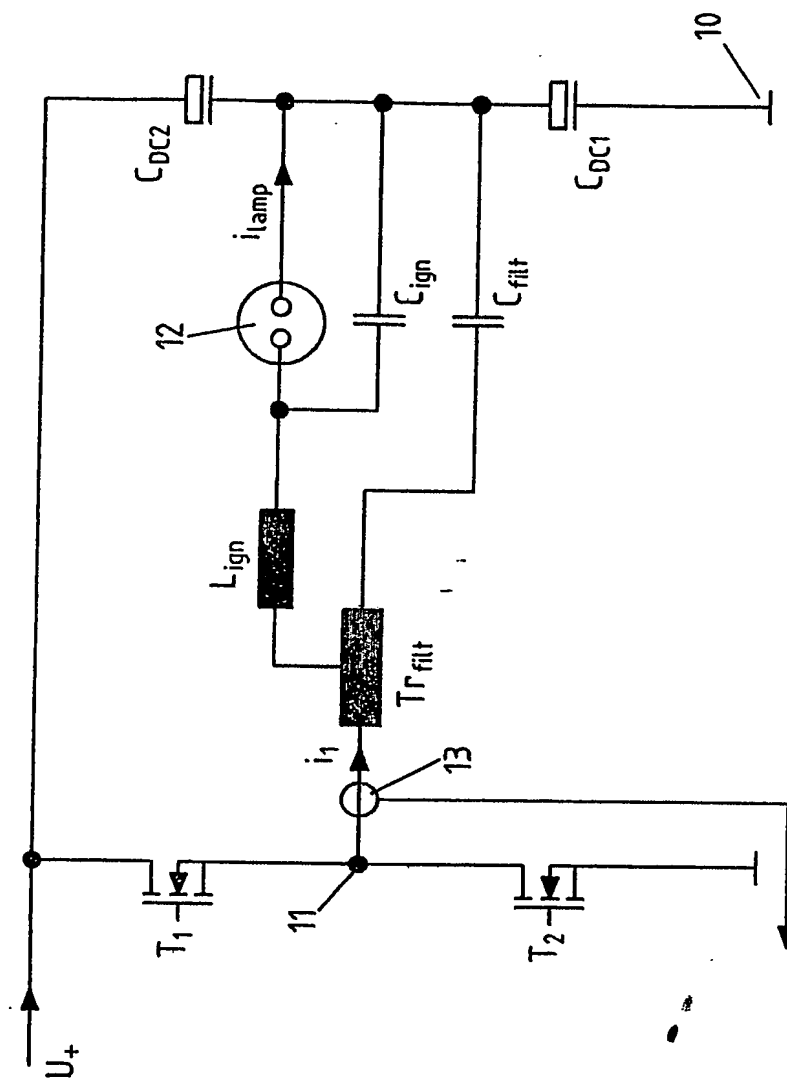


Fig.7

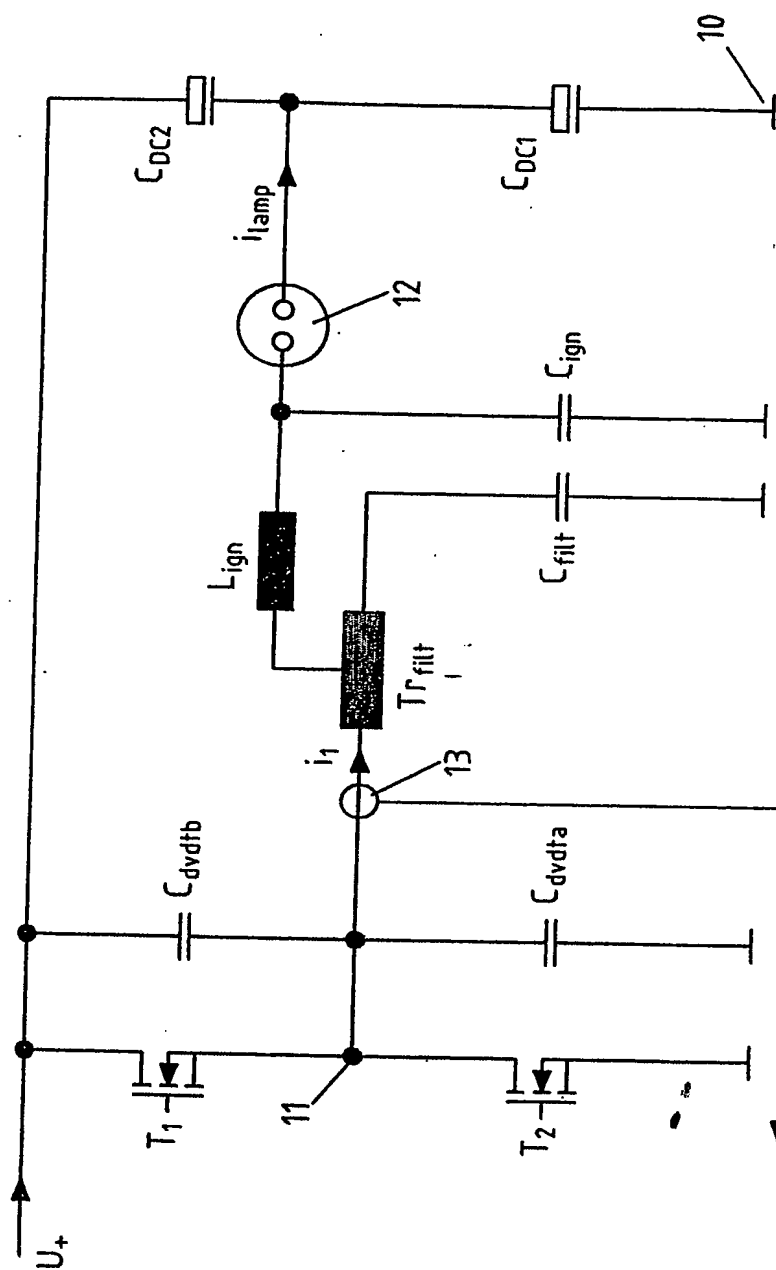


Fig.8

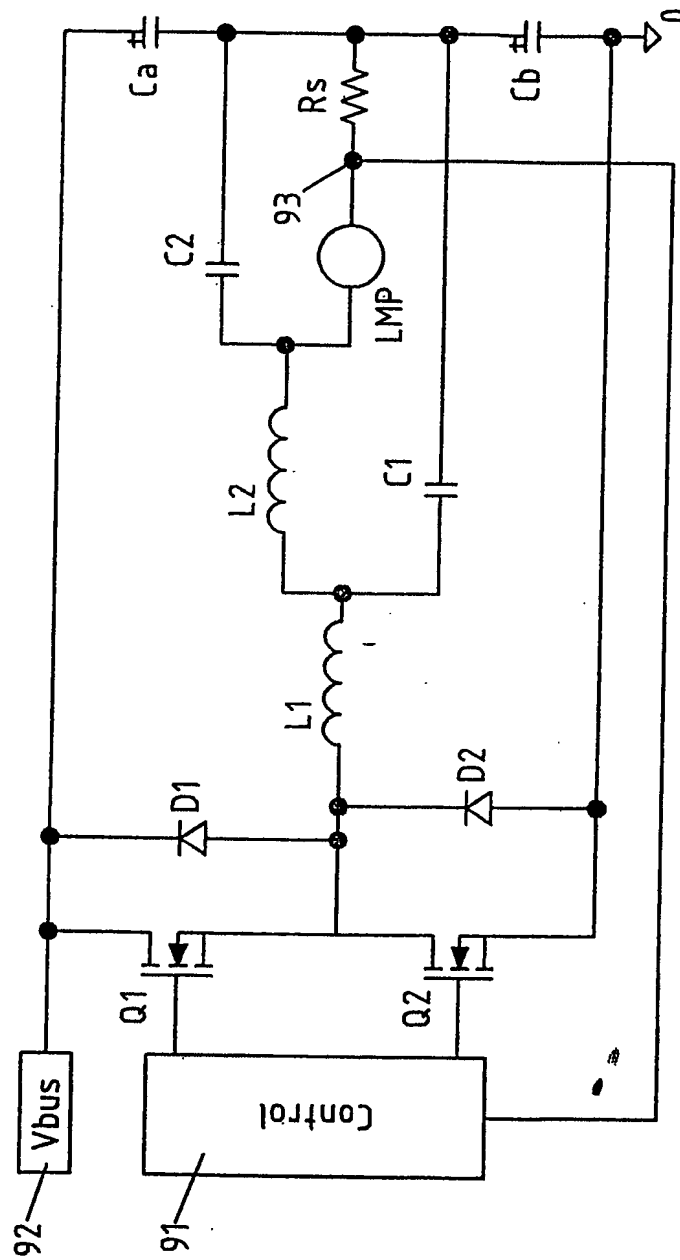


Fig.9